

208423



中等专业学校教学用书

船舶蒸汽动力装置

下 册

庫里柯夫斯基著



机械工业出版社

22
064

5922
5/0064
下2

中等專業學校教學用書



船舶蒸汽动力装置

下 册

徐天麟、林鴻錚、王劍虹譯

苏联内河航运部教育司审定为内河航运学校教科书



机械工業出版社

1958

出版者的話

本書對通用之船舶蒸汽動力裝置作了一個系統的敘述。上冊專談蒸汽鍋爐，對各種的鍋爐結構，燃料和護理，操作方面都作了較詳細的討論。下冊則對蒸汽機、汽輪機分別給予介紹。

本書適於船舶中等專業學校輪機科柴油機專業的学生，對於其他現場的工程技術人員和技師也可作為參考。

苏联 П. П. Куликовский 著 'Судовые паросиловые установки' (Водотрансиз 1953 年第一版)

*

*

*

NO. 1967

1958 年 10 月第一版 1958 年 10 月第一版第一次印刷

850×1165¹/₃₂ 字數 179 千字 印張 7¹/₄ 0,001—1,30 冊

• 機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 098 號 定價 (10) 1.05 元

目 次

第二篇 蒸汽机

第五章 蒸汽机概述5

40 船用蒸汽机的类型(5)——41 船用蒸汽机的零件(14)

第六章 蒸汽机的工作过程44

42 示功圖(44)——43 根据示功圖决定蒸汽机的功率和蒸汽消耗量(51)
——44 理論示功圖的繪制(56)——45 蒸汽机的理想循环(57)——46 蒸汽机中的热损失(62)——47 蒸汽机的效率(71)——48 活塞运动的运动学(77)——49 多次膨胀蒸汽机的特点(79)

第七章 蒸汽机的配汽86

50 簡單的盒式滑閥(86)——51 滑閥圖(89)——52 配汽的改变(99)
——53 圓滑閥(101)——54 改良型滑閥(104)——55 換向傳動裝置(110)
——56 提閥和旋閥的配汽(115)

第八章 蒸汽机的运用122

57 蒸汽机的启动和操縱(122)——58 蒸汽机启动后的维护(125)——
59 凝汽器的维护(127)——60 蒸汽机的潤滑(128)——61 蒸汽机工作中的故障及其消除法(134)——62 安裝和校驗配汽(136)——63 机艙內工作的組織(142)——64 对蒸汽机的技术监督(146)——65 蒸汽机的热工試驗(147)——66 蒸汽机的特性(155)

第九章 汽輪机158

67 汽輪机作用原理(158)——68 汽輪机的种类(159)——69 汽輪机的結構及其零件(163)——70 蒸汽在汽輪机各級中的工作(174)——71 蒸汽在多级汽輪机中的工作(180)——72 汽輪机中蒸汽能量的利用(186)——73 汽輪机的运轉(189)——74 汽輪机的調节(190)

第十章 冷凝198

75 冷凝的优点(198)——76 表面式凝汽器(199)——77 混合式凝汽器(204)——78 各种型式凝汽器的比較(207)

第十一章 現代蒸汽动力装置209

79 現代河船蒸汽机(209)——80 改进蒸汽机的方法(215)

第二篇 蒸汽机

第五章 蒸汽机概述

40 船用蒸汽机的类型

蒸汽机是把在鍋爐內所产生的蒸汽的热能轉化为机械能的一种热力發动机。按照能量守恒定律，消耗 1 仟卡热能可作 427 公斤·公尺的功。这就是說，例如将一公升水的温度降低一度或燃烧一根火柴时所放出的热能可以完成将六个人举高一公尺所耗的功。显然，即使在仅能利用所消耗热能的 10~40% 的不完善的热力發动机中，消耗比較少量的热也可以作許多功。

但是要把热能轉变为机械能是一个困难的問題。反之，若要将机械能或任何其他能量轉化为热能却比較容易。甚至往往会与我們的願望相反，当将热能变成其他形式的能量时，也常常会使已經得到的一部分能量重新轉化为热能。例如在将由發电站汽輪机得到的机械能轉化为光能的过程中，一部分机械能仍然会轉化为热能（汽輪机軸承的摩擦，發电机綫圈的發热，电綫及灯絲的發热等）。

因此，热力發动机的热效率比其他許多机器要小得多，只有仔細的研究了發动机的构造和理論之后，才有可能提高其效率并减少其热損失。

圖 152 为內河汽船蒸汽机的簡圖。由鍋爐来的蒸汽經過蒸汽管进入滑閥箱 1，配汽滑閥 2 在滑閥箱 1 中运动着，它开启或关闭連通滑閥箱和汽缸两个空間 5 的汽路 3 和 4。汽缸右边有底 10，在左边有可拆的汽缸盖 6。与汽缸壁紧密地貼合的活塞 7 将汽缸分为两个空間；左边——盖端空間，右边——底端空間。活塞装在活塞杆 8 的末端，活塞杆穿过底 10 中用填料箱 9 密封着的孔。

活塞杆 8 的右端与十字头 11 连接，十字头使活塞杆和连杆 12 作成铰接的。连杆 12 的另一端包住曲轴 14 的轴颈 13，活塞受到蒸汽压力的作用后便使曲轴旋转。曲轴 14 置于机架 16 的轴承 15 内。机架固定于机座 17 上，而机座就是船体的加强结构部分。此外，机架由拉杆 22 与汽缸连接，以承受在机器运转时所产生的应力。有时，如像图上那样，将拉杆 22 做得较强大，因为它还有另外的效用；装于十字头 11 上的滑板 21 在它刨光的表面上来回滑动着，在这种情形下拉杆 22 称为导板，它承受作用在十字头上的侧压力。

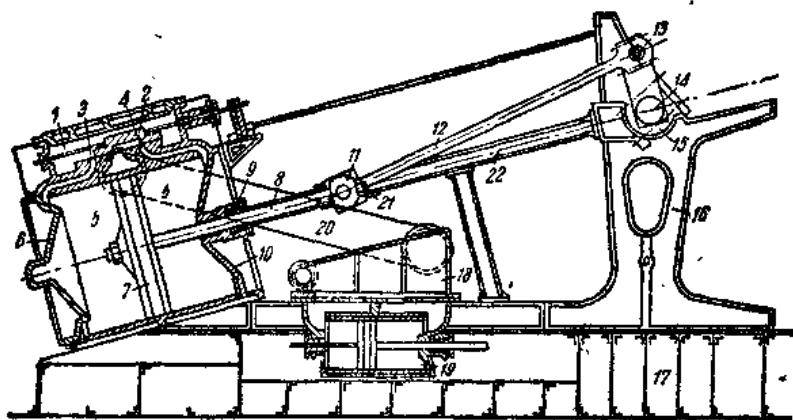


圖152 蒸汽机簡圖

当在圖上所示的位置时，蒸汽由滑閥箱經汽道 3 进入汽缸左侧空間 5。蒸汽从左向右对活塞施以压力，显然，此时曲軸將按順时針方向旋轉。汽缸右侧空間內的乏汽从汽道 1 排到滑閥 2 下面的空間，再由此經中間汽道沿管 20 从汽缸排入凝汽器 18。在凝汽器內，乏汽与冷的舷外水混合后即行凝結，凝結水与舷外水的混合物被湿空气泵 19 抽至舷外。

当活塞在蒸汽压力的推动下移向極右的位置时，滑閥借專門的傳动机构(圖中未表示出来)彼移向左边，开启汽道 4，讓蒸汽从滑閥室进入汽缸右侧空間，而汽缸左侧空間的蒸汽則由汽道 3 排

入凝汽器。

活塞兩極端位置稱為死位或死點。活塞由一死點至另一死點所走的距離稱為活塞的沖程 H 。顯然，沖程等於曲柄半徑 R 的2倍（ R 是從曲軸軸頸的中心至曲柄銷中心的距離）即

$$H = 2R. \quad (92)$$

裝在內河船上的蒸汽機的構造是各式各樣的。

按照用途，船舶蒸汽機可分為：

- 1) 主蒸汽機；
- 2) 輔助蒸汽機。

帶動汽船的推進器或挖泥船的吸泥機等的蒸汽機稱為主機，所有裝在船上的其他蒸汽機都稱為輔助蒸汽機。

按照蒸汽在蒸汽機汽缸中的作用可分為：

- 1) 單作用式蒸汽機；
- 2) 雙作用式蒸汽機器。

在第一种蒸汽機中，蒸汽只作用在活塞的一面，而第二种則作用于兩面。雙作用式蒸汽機的優點就是對於同樣尺寸（汽缸）的蒸汽機在兩個汽缸空間內工作着的蒸汽所發出的功要大一倍。雖然蒸汽消耗量也增加了一倍，但是是一個汽缸所發出的功率比之同樣尺寸的單作用式汽缸要大一倍。

單作用式蒸汽機仅有的一个優點就是不需要填料箱。這種蒸汽機曾在發明填料箱以前造過。現在所有的蒸汽機都做成雙作用式的；可是隨着向高參數蒸汽的過渡，又開始建造單作用式的蒸汽機（或單個汽缸），因為對於溫度很高的蒸汽很難製造能滿意地工作的填料箱。

按照汽缸數目蒸汽機可分為：

- 1) 單缸式；
- 2) 多缸式。

單缸式蒸汽機的優點就是當功率相同時，這種蒸汽機比雙缸式簡單、便宜、輕便和外形尺寸小（雙缸式與三缸式相比它的優點

也是这样)。

多缸式蒸汽机的优点就是这种机器的曲轴是多曲柄的, 因此可以从死点起动, 而单缸式蒸汽机则必须先用手将它转到“起动位置”之后才可以起动。由于单缸式蒸汽机有这一决定性的缺点, 因此它不仅不能用来作为船舶主机, 甚至连蒸汽舵机、起锚机等也都造成双缸式的。多缸式蒸汽机的其他优点为运行比较均匀和有多次膨胀的可能。

按照蒸汽膨胀的方法蒸汽机可分为:

- 1) 一次膨胀式;
- 2) 多次膨胀式。

单缸式蒸汽机为一次膨胀式, 而多缸式蒸汽机可以是一次膨胀式, 也可以是多次膨胀式。这时, 膨胀的次数不可能大于汽缸数 (图153~158), 但可以小于或等于汽缸数。

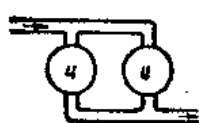


图153 双缸一次膨胀式蒸汽机

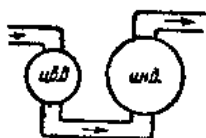


图154 双缸二次膨胀式蒸汽机

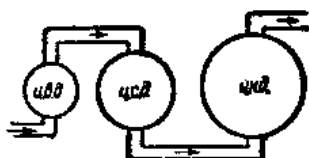


图155 三缸三次膨胀式蒸汽机

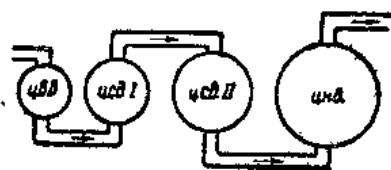


图156 四缸四次膨胀式蒸汽机

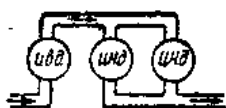


图157 三缸二次膨胀式蒸汽机

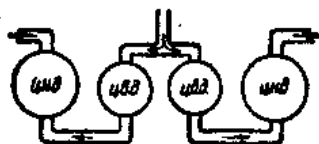


图158 四缸二次膨胀式蒸汽机

顺着蒸汽的流路第一个汽缸称为高压缸 (ц. в. д.), 最后--个

汽缸称为低压缸(ц. н. д.), 中间的汽缸称为第一中压缸(ц. с. д.); 第二中压缸等。连通汽缸与汽缸之间的汽管或汽室称为容汽器。高压缸的容积最小, 后面的每个汽缸的容积都比前面的大。它所以必须如此是因为蒸汽的多次膨胀: 后面的汽缸的容积不但应当完全容纳前一汽缸的排汽, 而且还要使蒸汽能够膨胀。

增大后面的汽缸的体积, 无论增大其直径或长度在理论上没有什么区别。但实际上所有各缸都做成同样的长度(活塞冲程和曲柄半径都是相等的)比较方便。因此各汽缸的直径就做得不一样, 如图 153~158 所示。

按照汽缸中心线在空间的位置可分为:

- 1) 立式;
- 2) 卧式;
- 3) 斜式。

从这一方面看来, 设计者在选择蒸汽机的类型时, 所要考虑的不是各类蒸汽机的特有特性, 而是汽缸的布置是否方便, 而且主要是蒸汽机发出的能量由什么机构来消耗。如果是螺旋桨推进的船舶, 它的推进轴布置得较低, 则装立式蒸汽机是合理的, 这种蒸汽机的汽缸是放在布置得较低的曲轴之上。如果是明轮船舶, 它的推进轴布置得较高, 此时装立式蒸汽机就不合宜, 而应采用斜式蒸汽机(见图 152)。

卧式蒸汽机在船上用得很少。

按照汽缸中心线相互间的位置, 蒸汽机可分为:

- 1) 串联式;
- 2) 并列式;
- 3) 混合式。

汽缸布置在同一条中心线上(图 159)的称为串联式蒸汽机。这些汽缸的活塞有一共用的活塞杆, 两个汽缸具有一个十字头、一个连杆和

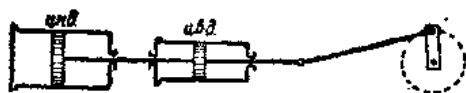


图 159 串联式蒸汽机

一个單曲柄的曲軸。显然, 这种零件数目的减少使得蒸汽机簡化, 它的成本和重量降低。其缺点为長度增加了, 但更重要的缺点是它丧失了多缸式那种能在死点起动的优点。因此这种蒸汽机沒有被用到船上。

并列式蒸汽机(圖 160)是船舶蒸汽机的基本型式。必須指出所謂串列式或并列式通常是对双缸二次膨胀式的蒸汽机來說的。但是三缸蒸汽机及两缸一次膨胀式蒸汽机的汽缸也可布置成串列式的或并列式的。

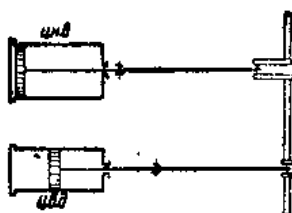


圖160 并列式蒸汽机

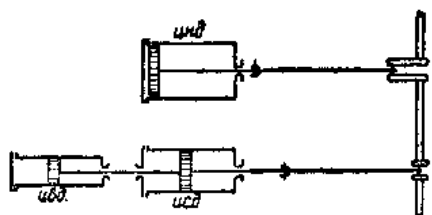


圖161 混合式蒸汽机

如果汽缸数多于两个, 則可以做成混合式(并列-串列式)。其中第三缸同前面的两缸并列, 而前面两缸則連接成串列式(圖 161)。如果汽缸数是四个, 則可做成两个串列式的蒸汽机并列的形式。串列-并列式蒸汽机用得很少, 这种型式的蒸汽机是一种旧式蒸汽机。可是当采用高压鍋爐时又有可能采用这种型式的蒸汽机, 因为把以高参数蒸汽工作的高压缸装在普通并列式蒸汽机的一个汽缸的同一中心綫上, 有时是很方便的。

有时可以看到一些旧式蒸汽机, 它們的汽缸既不是串列式的又不是并列式的。这些蒸汽机的布置是把汽缸对置(圖 162)或者把汽缸做成可以搖動的(圖 163), 后者的活塞杆 3 和 4 同时也作为連杆并连接到曲柄 6 的同一軸頸 5 上。汽缸 1 和 2 上有樞軸 7 和 8, 后者置于机架的軸承中, 并能在軸承中搖动, 此时 曲柄 6 的軸頸 5 則給一圓。樞軸做成空心的, 蒸汽通过樞軸进入或排出汽缸。

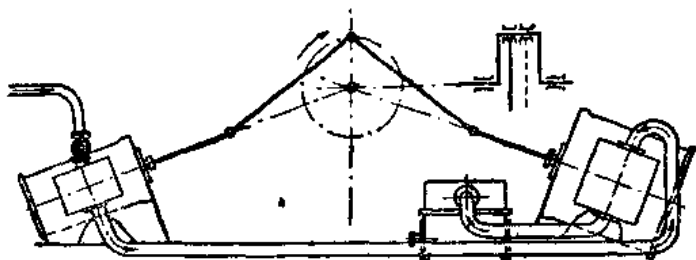


圖162 汽缸對置的蒸汽機

有时也会遇見帶有水平-傾斜汽缸的蒸汽機（圖164）。汽缸1（低壓缸）斜置，汽缸2（高壓缸）水平地放置得比汽缸1高一曲軸高度，兩汽缸的中心綫在平面上略為錯開，各缸的連杆3與軸的曲柄相連。兩個曲柄4以系杆5連接。系杆5的長度取得使兩曲柄大約成 90° 角，因此當某一缸的活塞在死點位置時，另一缸的活塞正接近於中間位置。

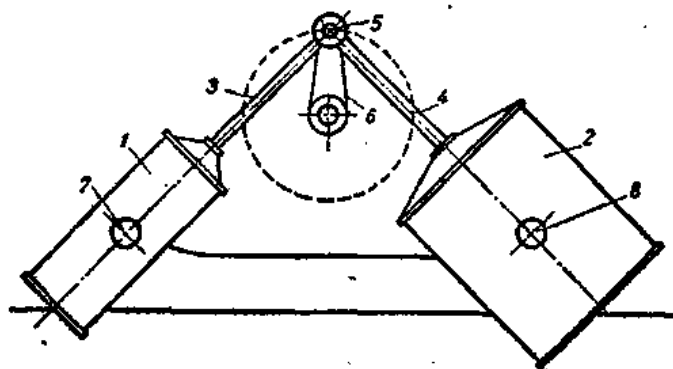


圖163 汽缸可搖動的蒸汽機

按照進入蒸汽的種類可分為：

- 1) 飽和蒸汽的蒸汽機；
- 2) 過熱蒸汽的蒸汽機。

使用飽和蒸汽工作的蒸汽機比較不經濟，所以近代幾乎只造使用過熱蒸汽的蒸汽機，甚至已經造好的使用飽和蒸汽的蒸汽機也尽可能地改用过熱蒸汽。

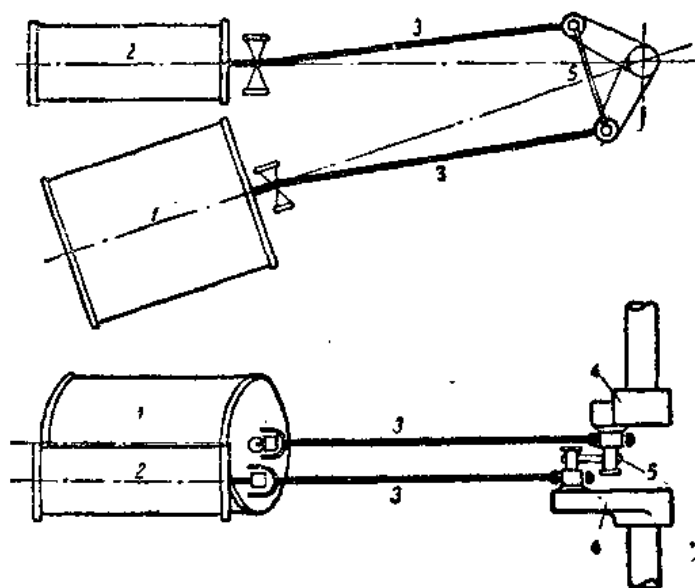


圖164 兼有水平-傾斜汽缸的蒸汽机

按照乏汽排出的情况可分为:

- 1) 凝汽式蒸汽机;
- 2) 排汽式蒸汽机 (排入大气);
- 3) 供热式蒸汽机 (具有背压力)。

凝汽式蒸汽机具有比其他两种蒸汽机高得多的效率, 其唯一的缺点就是需要数量很大的冷水去冷却乏汽。这个缺点在陆地上比较显著, 对于船舶动力装置就不成问题了, 因此船舶主蒸汽机总是以凝汽式蒸汽机工作。

把乏汽排于大气中的排汽式蒸汽机, 在船上除小的辅助机械的蒸汽机外一般都不采用。

以背压力工作的供热式蒸汽机, 也就是排汽压力高于大气压力的蒸汽机, 其效率比排汽式蒸汽机还要低。但在陆用工业设备中它们还是很广泛地被使用着, 这时蒸汽机的乏汽被用来在生产中作为加热蒸汽。这时这种蒸汽的热能 (没有转变为机械功) 差不多100%的得到利用, 因而得到很高的设备总效率。

按照配汽机构蒸汽机可分为:

- 1) 滑閥式;
- 2) 提閥式;
- 3) 轉閥式。

滑閥在它向旁側移动时开啓汽道，提閥在升起时开啓汽道，轉閥則在繞其中心旋轉时开啓汽道。它們的优缺点将在專門的章节中討論。

按照軸的轉数蒸汽机可分为:

- 1) 高速;
- 2) 低速。

高速蒸汽机和低速蒸汽机之間的界限是假定的，各个不同的工业部門所規定的也不一致。在內河运输中，低速是指每分鐘20~50轉的明輪船的蒸汽机，而高速則指轉数超过每分鐘80~100轉的螺旋桨船的蒸汽机。

从速度方面来選擇蒸汽机型式时，不是看它的优缺点，而是看它的轉数是否符合其用途（如明輪，螺旋桨，泵浦等），但必須指出，高速蒸汽机具有一些毫无疑意的优点，即功率相同时，高速蒸汽机比低速蒸汽机的尺寸小、重量輕、造价低。这些优点对于船舶是非常重要的，因此从前在船上曾裝有如圖 165 所示的所謂傳动式蒸汽机。主机曲軸的轉动通过減速齒輪傳到推进器軸上。这时蒸汽机的轉数比明輪的轉数大2~3倍，而机器的尺寸比同功率的低轉数的机器小得多。

傳动式蒸汽机由于減速齒輪的响声大，齒輪的磨損以及減速器內摩擦的能量損失而沒有得到广泛的使用。但这并不排斥帶有完善的減速齒輪的高速蒸汽机在船上使用的可能性。

按照軸的旋轉方向蒸汽机可分为:

- 1) 可逆轉式;
- 2) 不可逆轉式。

逆轉就是蒸汽机的軸具有向相反方向旋轉的能力。所有船舶

主蒸汽机都做成可逆轉的，不可逆轉的蒸汽机在船上可以看到的只有吸泥机和若干輔机（發电机、泵、鼓風机等等）。

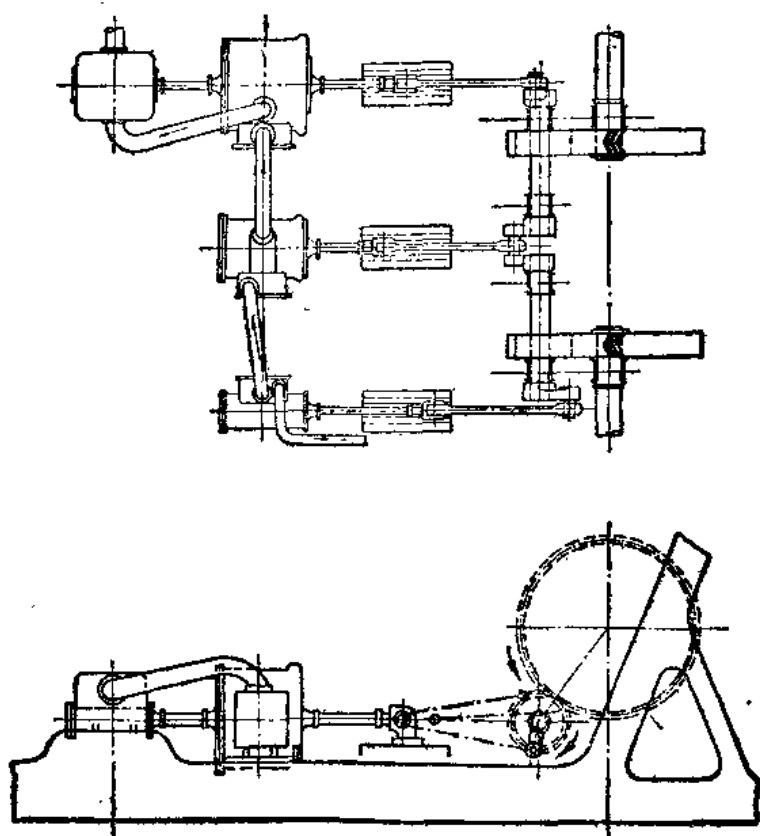


圖165 傳動式蒸汽机

41 船用蒸汽机的零件

在斜式蒸汽机（見圖 152）的例子中，我們已經研究过蒸汽机的主要零件。現在我們来研究立式蒸汽机的某些結構。

圖 166 所示为船用三缸三脹双作用的并列式立式蒸汽机沿高压缸中心綫所作的橫剖面圖。这是一种属于高速、可逆轉、滑閥配汽、凝汽式并使用过热蒸汽工作的蒸汽机。

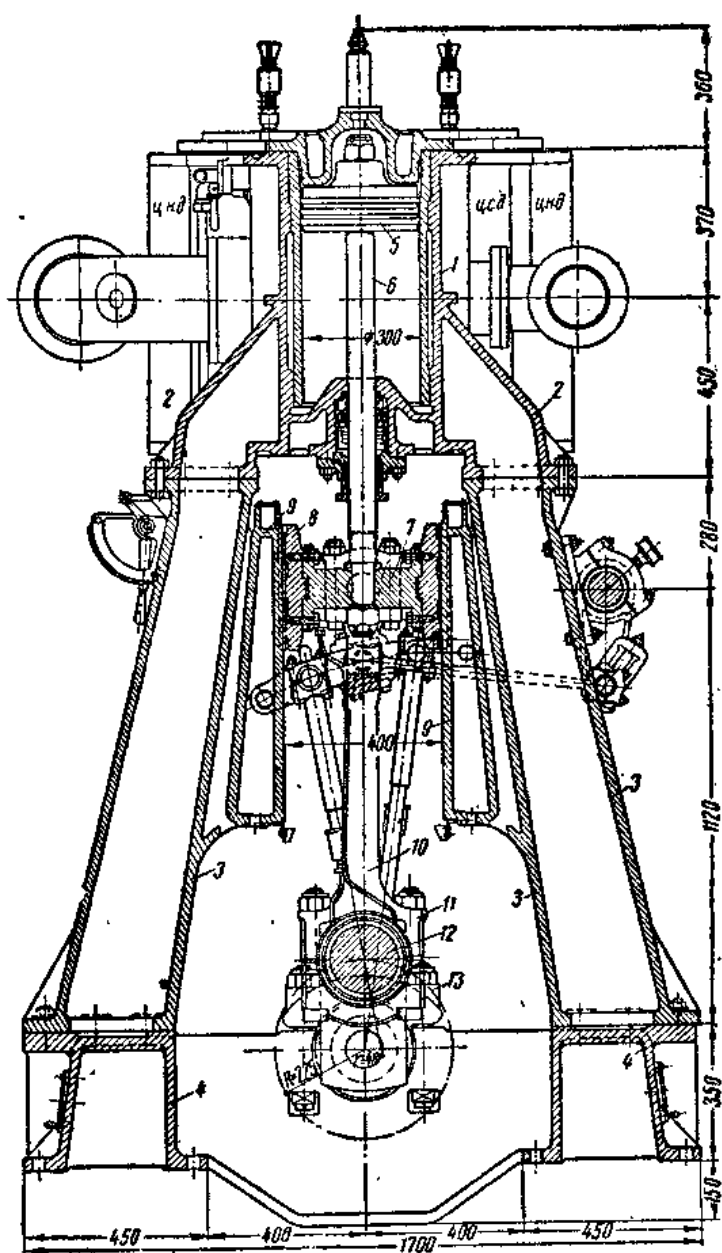


圖166 立式蒸汽机的橫剖面圖

汽缸 1 以其凸出部——汽缸脚 2 装在三根机柱 3 上，机柱装在机器的座架 4 上，而座架则装于机器的基础上。在图中活塞 5 是处在上死点的位置。活塞杆 6 穿过填料箱而与十字头 7 相连，十字头以滑板 8 在导板 9 上滑动，导板则装在机柱 3 上。连杆 10 的上端与十字头相连，下端则以它的下头部 11 包着曲轴的轴颈 12；曲轴安置在座架的轴承 13 里。

圖 167 和 168 是过热蒸汽工作的双缸双胀并列式立式蒸汽机的结构。

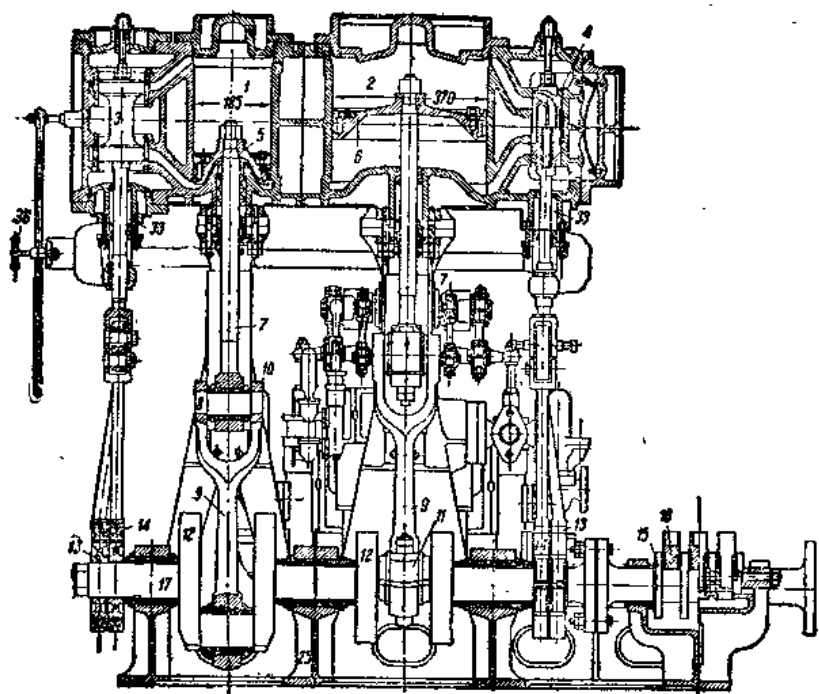


圖167 立式蒸汽机的縱剖面圖

高压缸 1 和低压缸 2 (都是双作用的) 是分别浇铸成的，但用中间凸缘联成一个整体。每缸外面都有一个与汽缸铸在一起的滑阀箱。低压缸的滑阀 4 是平滑阀，高压缸的滑阀 3 是圆滑阀。

高压缸的活塞 5 处于下死点位置，此时低压缸的活塞 6 则靠近中央位置。曲轴的曲柄彼此排列成直角。活塞杆 7 穿过填料箱，